



CC-40101 à 10 ; NMBS-SNCB HLE 1801 à 6

1°) RAPIDE HISTORIQUE

a) Origines

Les CC-40100 et leurs dérivées belges sont nées, au début des années 60, de la volonté de disposer de locomotives puissantes capables de rouler sur toutes les lignes électrifiées d'Europe, quels que soient les courants d'électrification. A ce désir, diverses motivations, comme une volonté de rassemblement européen très forte, marquée par la signature en 1958 du Traité de Rome ; mais aussi un souci d'amélioration des grandes dessertes internationales, dont la principale illustration fut la création des Trans Europ Express en 1956. Lesdits TEE étaient, en effet, couverts par des rames Diesel de capacité réduite, et aux performances limitées. Seule, la remarquable RAe suisse livrée en 1960 pouvait se prévaloir de « l'universalité électrique », puisque capable de se mouvoir, avec des performances à peu près identiques, sous les quatre types de courants européens :

- 1500 V continu en France, aux Pays-Bas,
- 25 kV-50 Hz alternatif en France et au Luxembourg,
- 15 kV-16 2/3 Hz en Allemagne et en Suisse,
- 3000 V continu en Belgique et en Italie.

Mais elle demeurait une automotrice, avec un nombre de places limité et de plus, réservée à une clientèle généralement aisée, ce qui ne résolvait pas le problème posé par les dessertes internationales « normales », souvent couvertes par des trains lourds.

L'électrification française en 25 kV de Paris-Nord à Jeumont et Quévy rendait possible l'exploitation électrique de trains reliant Paris à Bruxelles et Amsterdam, Paris à Liège et l'Allemagne, sans arrêt aux gares frontières précitées, à condition de disposer d'engins « polycourant ».

Une première réponse fut apportée avec la livraison, en 1961, des deux machines BB-26001 et 2 (vite devenues 30001 et 2), capables de rouler sous 1500 et 3000 V continus, et 25 kV alternatif. Étroitement dérivées des BB-9400, elles pouvaient rouler à 150 km/h (plafond, alors, de vitesse maximale autorisée), mais manquaient de puissance (2900 ch) pour pouvoir assurer le service des trains lourds. De son côté, la SNCB avait réalisé les BB série 150 (puis HLE 15), elles aussi tricourant, un

peu plus puissantes (3600 ch), et surtout plus lourdes et plus fiables que les prototypes français.

La volonté d'équiper, dès 1963, les TEE circulant entre Paris, Bruxelles et Amsterdam en rames tractées faisant appel à un matériel voyageurs nouveau créé pour l'occasion (Inox PBA) réclamait des moyens de traction plus ambitieux. Le concept « quadricourant » des CC-40100 avait vu le jour : machines puissantes, rapides, aptes à rouler sous tous les courants à puissance égale, d'un poids et d'un gabarit compatible avec tous les réseaux desservis.

b) Technique

Le cahier des charges imposé limitait la masse de la machine à 108 t (soit 18 t par essieu), avec une disposition de type CC. Le gabarit a été calculé pour pouvoir, le cas échéant, s'inscrire dans celui d'un hypothétique (à l'époque) tunnel sous la Manche. Il en résultait une caisse étroite et longue, réalisée en acier inoxydable pour s'harmoniser avec le matériel inox PBA. Paul Arzens en dessina les lignes, qui furent immédiatement saluées comme très réussies. Le public fut, notamment, marqué par le fameux « nez cassé », lié à des faces avant présentant une pente inverse de la pente habituelle, encore accentuée au niveau des vitrages des postes de conduite. Ce « nez cassé » demeurera, sous des formes plus adoucies, une signature SNCF (et Arzens) jusqu'aux années 80. Les vitrages à pente tournée vers l'intérieur ont l'intérêt de supprimer les reflets parasites pouvant gêner la vue des conducteurs. L'inconvénient principal en est une pénétration nettement moins bonne dans l'air qu'avec une face classique, les arêtes des faces avant et arrière générant des remous s'opposant à l'avancement. S'y rajoute également le nécessaire recul des cloisons de cabine, réduisant l'espace dévolu aux appareillages pourtant très nombreux sur cette machine complexe. Néanmoins, la machine dégagait une très forte impression auprès du public... jeune ou moins jeune.

Le point crucial, sans doute, de la conception résidait dans le choix de la solution technique permettant une définition bi-courant, bi-tension. Essayons de faire simple pour définir l'alternative :

1- Les alimentations séparées entre alternatif et continu

Dans ce schéma, **l'alimentation des moteurs sous caténaire à courant continu** se fait de manière directe (ou presque). Le schéma de base est celui du fonctionnement sous 1500 V. Pour le 3000 V, une isolation renforcée des moteurs est la seule condition. Et, sous 3000 V, il y a simplement un « recul » des couplages de moteurs : le « parallèle », sous 1500 V, devient « série-parallèle » sous 3000 V, et le « série parallèle », le « série » sous 3000 V. La modulation de la tension des moteurs est assurée par des résistances associées en rhéostat. **Sous courants alternatifs**, le courant capté passe par un transformateur variable – en fait, muni de prises permettant l'obtention de diverses tensions échelonnées – délivrant un courant abaissé qui est ensuite

redressé sous forme de courant pseudo-continu (ou faiblement ondulé) avant d'être envoyé aux moteurs de traction. Ici, pas de rhéostat, puisque c'est le transfo qui assure la modulation, ni de changement de couplages, les moteurs étant en général montés en parallèle. L'intérêt est de pouvoir ainsi, sous courant alternatif, disposer du meilleur rendement lié à l'absence de dissipation d'énergie par le rhéostat de démarrage (et des problèmes d'échauffement qui l'accompagnent).

2- Alimentation commune alternatif/continu

Dans cette option, pas de changement par rapport à la précédente concernant le fonctionnement sous caténaire « continu ». **Sous courants alternatifs**, le courant capté passe par un transformateur à tension de sortie fixe, puis redressé avant d'être renvoyé au rhéostat pour y être modulé. Le schéma est donc celui d'une loco « continu » classique, à rhéostat, simplement dotée d'un abaisseur/redresseur de tension. Il est plus simple, et moins lourd que le précédent, mais ne tire aucun bénéfice d'un fonctionnement sous courant alternatif.

Ici, c'est la seconde option qui a été retenue : le transformateur variable adapté au 15kV-16 2/3Hz eut, en effet, été deux fois plus lourd qu'un transfo variable 25 kV. Retour, donc, au rhéostat classique, et aux crans quelque soit le courant caténaire. Du même coup, le problème de ventilation suffisante des résistances du rhéostat reprend toute sa force, dans une caisse étroite, et très encombrée...

Un autre point crucial était le choix du **type de bogie**. La SNCF, depuis les BB-16500 et 9400, avait accordé sa préférence aux bogies monomoteurs. Mais aucun bogie à trois essieux n'avait encore été construit. Profitant d'une reconstruction nécessaire suite à un accident, la BB-16555 fut choisie pour expérimenter des bogies « C » monomoteurs prototypes, devenant à cette occasion l'éphémère CC-10002. Pour compliquer un peu plus la tâche, on fit le choix d'un bogie à double réduction, très à la mode alors. De fait, son utilité était réelle pour des machines destinées à un service mixte, comme les « Danseuses », en un temps où le rapport d'engrenages était le seul moyen de donner un « caractère » à une locomotive. Mais dans le cas des CC-40100, on s'interroge sur la pertinence de ce choix !

Le bogie monomoteur a des qualités indéniables : il est compact, léger, et augmente l'adhérence puisque les essieux moteurs sont accouplés. De plus, il combat naturellement la tendance au lacet, contribuant à une meilleure stabilité aux vitesses élevées, et une moindre agressivité vis-à-vis de la voie. Mais aussi des défauts : train d'engrenages complexe -encore plus avec un réducteur – qui consomme inévitablement de l'énergie mécanique (ce qui veut dire échauffement, et nécessité d'une lubrification très élaborée), inconfort en cabine, à cause des empattements réduits, et de la difficulté à installer une suspension performante, tamisages à vitesse élevée en cas d'usure dissymétrique prononcée des deux roues d'un même essieu.

Le bogie des CC-40100, à ces égards, est exemplaire : léger, certes, et moins onéreux qu'un bogie classique «multimoteurs ». Mais « usine à gaz » dotée de pas moins de 14 engrenages, au rendement mécanique défavorable (92,5 à 94 % selon les sources), donc difficile à lubrifier..et cerise sur le gâteau déjà bien décoré, doté d'une bi-réduction incompréhensible, puisque fixée à 160 km/h sur le régime PV (ce qui demeure cohérent), mais 240 km/h sur le GV (ce qui l'est bien moins...). En 1964, la plupart des lignes, en Europe, étaient parcourables à 120 ou 140 km/h. En France, on pouvait pratiquer 150 km/h sur certains tronçons, et le 160 ne sera autorisé qu'en 1965, à titre dérogatoire. Le 200 ne le sera qu'en 1967, sur des tronçons limités et équipés spécialement.

Ces 240 km/h peuvent avoir trois explications : la vision prophétique de l'avenir, la volonté d'essayer intensivement les 40100 à grande vitesse, ou, plus pragmatiquement, le marketing...

La bi-réduction sera du reste supprimée à partir de la CC-40105 (et sur toutes les « 18 » belges) au profit d'une démultiplication unique fixant la VL à 180 km/h (ce qui correspond à une volonté louable de ménager la locomotive à la vitesse courante de 160 km/h). On pourra toutefois opter pour un rapport « 220 » uniquement montable en atelier.

Evidemment, tout aussi important était la définition des **moteurs de traction**. Il a fallu pour cela concevoir chez Alstom une famille nouvelle, celle des TDQ (T pour Traction, D pour Double et Q pour Quadricourant). De fait, aucun moteur unique de la gamme Alstom ne dépassait alors 1300 kW, là où il en fallait pratiquement 2000. On recourut donc à un moteur double, avec des induits montés face à face, pour respecter, là encore, les devis de masse et d'encombrement.

S'il n'y a rien à redire des qualités globales des TDQ (isolation performante, usage de tôles feuilletées), on tiquera sur l'absence de compensation... Il en est résulté un moteur puissant et léger, mais doté d'un coefficient de souplesse (ou d'élasticité) d'une autre époque. Le coefficient d'élasticité est défini comme le rapport de la vitesse maximale d'utilisation à la vitesse de rendement optimal. Par exemple, dans le cas d'une BB-9400 dont la vitesse maxi est de 130 km/h, le rendement optimal est obtenu à 60 km/h. D'où un coeff d'élasticité égal à $130/60 = 2,2$ (en gros). Un TDQ donne un très médiocre 1,4. Si une telle valeur ne pose pas problème pour une automotrice de vitesse, où la faible masse à mouvoir permet de se contenter d'un effort au démarrage limité, accordant malgré tout des accélérations rapides permettant d'éliminer le rhéostat très vite, il n'en est pas de même pour une locomotive puissante appelée à tractionner des rames lourdes.

Pour être clair, une faible élasticité correspond, en gros, à un petit 4-cylindres automobile gonflé à bloc, à comparer avec la forte élasticité d'un 6-cylindres onctueux de même puissance. Le 6 cylindres sera d'une grande souplesse et puissant à tous les régimes, alors que 4 cylindres poussé demandera à être exploité avec « l'aiguille du compte-tours dans la boîte à gants ». Les CC-40100 seront donc

des machines aux démarrages mous, restant « sur rhéostat » très longtemps avant de rejoindre le « plein champ ».... Et, paradoxalement, très à l'aise une fois au plein champ parallèle, donc, à vitesse élevée... Avec à la clé un choix difficile du bon cran de marche sur des tonnages moyens (entre 400 et 600 tonnes surtout). Avec un train de 400 tonnes, le 160 peut être tenu sur les shunts du couplage « série ». A plus de 600 tonnes, le parallèle plein champ et éventuellement un cran de shunt seront nécessaires. Entre les deux, on devra, soit se contenter d'un « gros 150 » en restant en série, soit de passer périodiquement d'un couplage à l'autre. On retrouve là une logique (ou plutôt une absence de logique...) similaire, à 100 tonnes près, à celle des CC-6500 : normal, puisque les deux conceptions étaient très proches !

De cette conception initiale résulteront bien des incidents affectant la fiabilité des 40100 : surchauffe du rhéostat, problèmes de contacteurs – trop souvent sollicités – avec à la clé, des incendies d'armoires « JH » les abritant. Et, côté performances, des bilans contrastés : les 40100 déjà mollassonnes en palier étaient allergiques aux démarrages en rampe, ce qui était notamment le cas après arrêt éventuel à Mons (Bergen), sur la ligne de Bruxelles. Sans parler de la pratique stupide de l'exploitation SNCF qui contraignit, dans les années 80, les machines titulaires à refouler leur rame vide depuis la Gare du Nord jusqu'aux garages du Landy (pour économiser, soi-disant, le parc « manœuvres »...). Limitées à 10 km/h (réglementairement), les 40100 et 18 belges y enduraient le martyre : rhéostat « pleins pots », mal ventilé à cause de la vitesse réduite, actions répétées sur les contacteurs... A la clé, un nombre incalculable d'incidents, surtout avec les « JH ». La 1806 belge fut victime ainsi de trois incendies d'armoire en huit mois, entre 1988 et 1989 !

Le reste de la machine était « classique et de bon ton » : conduite via un manipulateur à cran, assisté par un servo-moteur « JH » (Jeumont-Heidmann) permettant le passage automatique de ceux-ci en se plaçant en « PR » (progression rapide), jusqu'à rejoindre le plein champ. Cet excellent dispositif – évitant les mauvaises pratiques des conducteurs peu aguerris – est d'ordinaire fiable. Sur les 40100 et 18, il sera, en fin de carrière, un vrai talon d'Achille, pour des raisons précisées plus haut. Le frein pneumatique est actionné par un levier presse-bouton du type PBL, et complété par un frein rhéostatique destiné au maintien de vitesse en descente (pas de couplage avec le pneumatique). La toiture s'orne des quatre pantographes propres aux différents types de courant :

- Unipalette étroit (1,32 m) pour les CFF (15 kV)
- Unipalette « normal » (1,45 m) pour la SNCF et les CFL (25 kV) et les FS (3000 V continu)
- Unipalette « large » (1,95m) pour la DB et les ÖBB (15 kV)
- Bipalette (1,95m) pour la SNCB et les CFL (3000 V), la SNCF et les NS (1500 V)

Les « 18 » belges n'auront que trois pantos, le panto CFF, a priori complètement inutile, disparaissant de la construction.

Les 40100 et 18 recevront, de construction, trois feux blancs et deux feux rouges distincts sur leurs faces d'extrémité.

c) Evolutions et carrière

La CC-40101, livrée le 4 mai 1964, assura son premier train commercial le 31/05/1964 (TEE 103, retour au TEE 148 entre Bruxelles et Paris). La livraison des quatre autres premières machines de la série se poursuivit jusqu'en 12/1964, au dépôt de La Chapelle qui demeurera le seul à avoir abrité les CC-40100. Au service d'hiver 1964, un roulement commun BB-30000/CC-40100 fut instauré, accordant la priorité aux CC pour la traction des TEE les plus lourds (Ile de France et Etoile du Nord), toujours entre Paris et Bruxelles.

A partir de 1967, l'électrification depuis Erquelinnes (frontière) à Charleroi permit aux 40100 de monter à Namur.

De mai 1969 à avril 1970, la série fut complétée par les CC-40105 à 40110, notablement plus puissantes, puisqu'équipées de l'évolution TDQ662B1 du moteur TDQ657A1 des CC-40101 à 40103. Monté comme prototype TDQ662A1 d'abord sur la CC-40104, il donna toute satisfaction (mais causa bien des problèmes de fiabilité ensuite, car le circuit électrique de la 40104 n'avait pas été modifié pour encaisser le surcroît de puissance...). Les 40105 à 110 perdaient leur bi-réduction au profit d'un rapport unique à VL 180. Leur arrivée permit d'évincer les BB-30000 du service international. A partir de 1970, le roulement des 40100 leur faisait assurer 7 AR Paris-Bruxelles, 4 AR Paris-Namur, puis Liège, après électrification du tronçon depuis Namur fin 1970, un AR marchandises TEEM jusqu'à Forest (triage de Bruxelles), et quelques journées commutables avec des 16000 sur Paris-Lille et Paris-Amiens. La 40106, victime d'une grave collision sur un passage à niveau près de Halle, quelques mois après sa mise en service, était (provisoirement) hors-jeu.

1973 vit la commande « surprise » de la SNCB de six machines identiques, à peu de choses près, aux 40105 à 110. Surprise, parce qu'Alstom était loin, a priori, de faire partie des favoris dans un marché ouvert par la SNCB pour la fourniture de machines mixtes polytension. De fait, l'intensification du trafic Paris-Bruxelles avait entraîné une élévation importante de la charge des trains, certains rapides atteignant les 800 tonnes les jours de pointe. La SNCF disposait de ses « 15 » (dont la vitesse avait été relevée à 160), et des plus récentes « 16 », version quadricourant un peu plus puissantes que les « 15 », mais peu adaptées à la traction de charges lourdes, avec moins de 4000 ch disponibles.

La SNCB, recherchant de fortes machines polyvalentes, n'avait pas l'idée première de se fournir en 40100 chez Alstom, celles-ci étant tout sauf polyvalentes... De plus, la SNCB se fournissait usuellement aux ACEC (Ateliers de Construction Electrique de Charleroi). Mais en 1973, ACEC traversait une

période de crise, et, au final, Alsthom, associée à « La Brugeoise et Nivelles », remporta le marché d'autant plus facilement que la machine était livrable pratiquement « sur catalogue », et qu'ils étaient les seuls répondants à l'appel d'offres. Du coup, la SNCF en profita pour commander une 40106 « de remplacement ». Les « 18 » belges présentaient quelques différences par rapport à leurs sœurs françaises, souvent liées au maintien de pratiques et règlements nationaux. La plus visible était, sans doute, la disparition du 4^o panto « suisse », dont on savait alors qu'il demeurerait complètement inutile. Après un bref séjour bruxellois, les « 18 » furent mutées en bloc à Liège-Kinkempois, seul atelier adapté à leurs levages (pour des considérations de taille de la machine... et d'un entretien exigeant).

A partir de 1974, les 40100 se virent presque intégralement spécialisées à la traction des TEE entre Paris et Bruxelles, la branche vers Liège étant plutôt du ressort des « 16 » et « 18 » belges. A l'été 1979, nos 40100 connurent même un record de 17 trains internationaux par sens et par jour, soient < 10000 km quotidiens pour 10 machines ! Côté belge, les « 18 » avaient une existence plus paisible, à cause des règles de compensation entre administrations : compte-tenu des tailles de réseau, 1 km effectué en France par un engin belge valait 3 km effectués par un engin français sur le réseau belge ! Elles étaient donc vues assez rarement (en gros une fois/jour) à Paris-Nord, alors que certaines journées de roulement de La Chapelle prévoyaient deux allers-retours et demi par jour vers Bruxelles (soient 1550 km).

De 1979 à 1981, on vit même les 40100 effectuer des AR sur Paris-Lille, en tête du TEE « Watteau » et de 3 autres trains classiques de la radiale. Ce « job » de complément prit fin en 1981.

En 1984, la transformation de certains TEE en « InterCity » ouverts aux deux classes autorisa des parcours de bout en bout de Paris à Bruxelles et Liège sans arrêt à la frontière, accessibles à tous, cette fois.

En 1986, SNCF et SNCB décidèrent l'exploitation en pool sur les axes franco-belges des 40100, 15 et 18. Après une longue période d'apprentissage réciproque, le système, bien rodé, favorisa la venue des polycourants belges à Paris ? A noter que les « 16 », accaparées par leur ligne de référence d'Ostende à Cologne, n'étaient pas concernées, et que de fait, leur présence à Paris devint épisodique.

De sept journées de roulement jusque lors, le nombre fut réduit à six, en 1991, avec une journée commutable supplémentaire 40100/18. De six, on passa bientôt à cinq en 1992, puis à trois en 1994. De nombreux trains internationaux avaient désormais retrouvé l'ancienne pratique des échanges traction à Aulnoye ou Jeumont.

L'inexorable vieillissement des 40100 était passé par là, et, de plus en plus souvent, les « 18 » belges étaient vues en tête des trains internationaux.

La mise en service au tout début de 1995, des rames tritension TGV réduisit encore les activités des 40100. Deux journées de roulement demeuraient au programme, la troisième, commutable, étant couverte le plus souvent par une machine belge.

Au service d'été 1995, il ne restait plus qu'une journée de roulement aux 40100 (plus une commutable). Début 96, 4 locomotives demeuraient à l'effectif, bientôt déserté par les 40104 et 108. La carrière des 40100 s'arrêta définitivement le 02/06/1996, après que la 40110 ait, le 31/05, assuré un dernier « Etoile du Nord » entre Bruxelles et Paris, et le 1/06, un dernier « Parsifal » de Paris à Liège.

Les « 18 » belges, de leur côté, n'avaient plus, depuis 1994, que deux journées de roulement entre la Belgique et Paris, mais en furent écartées dès juin 1996. Vengeance des ancêtres ? Ce furent des « 15 » qui reprirent les services sur Liège. Les « 18 » finirent leur carrière entre Ostende et Cologne, en juin 1998.

La CC-40101 est pensionnaire du musée de Mulhouse, après restauration par le CMCF à Oignies. La CC-40109 a été échangée avec la 40101 pour exposition par le CMCF. La CC-40110 appartient au MFPN, et est actuellement en état de marche.

Côté belge, la 1805 est préservée en parfait état par l'association PFT-TSP, et visible au musée de Saint-Ghislain, près de Mons.

d) En forme de conclusion

On ne refait pas l'Histoire... Les 40100 et leurs dérivées furent des machines imparfaites, surtout parce que leur définition l'était. On les voyait rouler partout en Europe, et elles n'ont jamais fréquenté que la Belgique. Pourquoi ? Il n'y a pas que la mauvaise volonté des autres administrations ferroviaires qui entre en jeu, mais aussi le constat d'une très mauvaise analyse des besoins réels au moment de leur conception.

Elles auraient pu, au moins, « monter » aux Pays-Bas ? Certes, mais c'était méconnaître la reconstitution systématique des trains en gare de Bruxelles-Midi. De fait, l'axe Bruxelles-La Haye-Amsterdam était desservi de très longue date (1958) selon un horaire cadencé à l'heure, réduisant considérablement la demande « voyageurs » au-delà de Bruxelles, et donc conduisant à dételer des voitures du convoi. Il était évident, dès lors, de pratiquer un changement de loco en même temps qu'on remaniait le train... Dès lors très allégé, et qui n'avait pas du tout besoin de 6000 chevaux pour monter 2 ou 300 tonnes en terrain absolument plat ! D'autant que la montée des 40100 à Amsterdam aurait « obligé » les Pays-Bas à une compensation kilométrique, et donc de payer très

cher cette coûteuse fantaisie en se procurant à prix d'or des machines polycourant dont elle n'avait pas besoin !

Quant à l'Allemagne... Fallait-il être stupide pour ne pas savoir qu'un passage obligé à Liège-Guillemins impliquait un rebroussement ? Et qu'en cas de rebroussement, l'échange de locomotive est bien plus rapide que la remise en tête ?

Assurer le « Cisalpin » via la Suisse ? Oui, à condition d'avoir une locomotive capable de grimper les rampes de 28 du Simplon avec plus de deux voitures au crochet... !!

La vérité est qu'on voulait absolument une machine de prestige, sans même se préoccuper de son utilité réelle, et en sacrifiant pour cela des solutions techniques qui l'auraient rendue bien plus fiable à l'usage, et bien moins coûteuse à l'achat et à l'entretien ! Le choix de la biréduction était injustifiable, celui d'une VL 240 franchement un peu folle...

La logique aurait voulu que l'on prenne en compte ces paramètres de simple bon sens, et qu'on bâtit un engin 25 kV/3000 V/1500 V sur une base fiable. Une « 25200 » travaillée dans le sens de l'allègement aurait fait largement l'affaire : il n'y avait que quelques tonnes à gagner, et une simple surisolation des moteurs à 3000 V... Ou même, si l'on tenait au look extérieur, une CC tricourant, mais avec d'autres moteurs que les TDQ, désespérément peu souples (ce qui n'empêchera pas de rééditer le coup avec les 6500...). Même une 2D2-5500 du PO, conçue en 1926, faisait largement mieux, côté élasticité !!!

Finissons avec ces appréciations négatives, et regardons plutôt le bilan extrêmement flatteur des services rendus par les CC-40100 ! A l'heure de leur réforme, et en laissant de côté la 40106, « renaissance » sur le tard (mais quand même réformée avec plus de 5 millions de km au compteur), on s'aperçoit que les 40100 ont toutes effectué plus de **6,2 millions de km** ! la palme revient à la 40104 (pourtant réputée être la plus fragile de toutes...) avec **7.465.470 km**, les 40101, 103 et 105 ayant aussi dépassé les 7.000.000 km. Si l'on prend la 105, plus récente que ses deux sœurs, on constate qu'elle a ainsi accompli une moyenne de 22.145 km/mois pendant sa carrière. Si, comme beaucoup de BB-15000, elle avait vécu 50 ans, elle aurait été réformée avec près de **13.300.000 km** au compteur. Pas mal, non, pour des « bêtes à chagrin » ?

La vérité est comme toujours, dans la juste mesure : quoiqu'élaborées autour d'un cahier des charges déraisonnable, les 40100 ont effectué un service extrêmement dur des années durant. Si leur entretien s'est avéré onéreux, c'est en grande partie redevable à cette utilisation intensive, ainsi qu'à une conception initiale qui, voulant être tournée vers un avenir trop utopique, a conduit à des choix discutables. Mais une chose est sûre : ni les personnels de conduite, ni les

agents d'entretien n'ont ménagé leurs efforts pour rendre ces performances possibles, de ce côté-ci ou Outre-Quévrain. Grâce leur en soient rendues !

Fiche technique des CC-40100 et HLE 18

	CC-40101 à 103	CC-40104	CC-40105 à 110	HLE 1801 à 1806
Mise en service	1964	1964	1969-1970 1974 (40106)*	1973-1974
Fabricant	Alsthom	Alsthom	Alsthom	Alsthom La Brugeoise et Nivelles
Masse	109 t	109 t	113 t	113 t
Longueur HT	22,08 m	22,08 m	22,08 m	22,08 m
Empattement des bogies	3216 mm	3216 mm	3216 mm	3216 mm
Entraxe des bogies	14,34 m	14,34 m	14,34 m	14,34 m
Hauteur sous pantos	4,22 m	4,22 m	4,22 m	4,22 m
Largeur hors-tout	2,991m	2,991m	2,991m	2,991m
Moteurs	TAB657A1	TAB662A1	TAB662B1	TAB662B1
Puissance continue	3672 kW	4320 kW	4320 kW	4320 kW
Puissance unihoraire	3860 kW	4420 kW	4420 kW	4420 kW
Vitesse maxi PV	160	160	180 (Rapport unique)	180 (Rapport unique)
Vitesse maxi GV	240	240		
Effort maxi au démarrage (PV)	194 kN	183,5 kN	167 kN	167 kN
Effort unihoraire (PV)	122 kN/ 108 km/h	141 kN/ 112 km/h	132 kN/ 120 km/h	132 kN/ 120 km/h

* Reconstruction d'une machine neuve, la 40106 originale ayant été détruite suite à un accident



CONSEILS DE CONDUITE DES MODELES OPENRAILS

CC 40100 & HLE 18

1°) Bases fondamentales

Les présents modèles ont été paramétrés le plus fidèlement possible, aux fins de respecter ce qui était la réalité de la conduite des machines réelles. Néanmoins, Openrails n'est qu'un jeu, avec ses approximations, contournables, certes, mais jusqu'à un certain point seulement.

Les 40100 et 18 sont des machines « bi-courant » et « bi-tension », mais qui fonctionnent exactement comme des locomotives à courant continu. Elles ont donc un **rhéostat** permettant de moduler la tension à l'entrée des moteurs, des **couplages** permettant la division par deux (ou par quatre) du courant d'entrée, et des **shunts**, qui une fois le rhéostat complètement éliminé (fonctionnement dit « plein champ »), permettent, en mettant hors-circuit des parties du bobinage, permettent la montée des intensités admises et l'accélération du moteur.

La stratégie de conduite consiste donc à démarrer d'abord sur le plus petit couplage, dit « série », où le courant sortant du transfo, ou pris à la caténaire, voit son voltage divisé par le montage en série des moteurs. Pour – encore – diminuer ce voltage et permettre un démarrage en douceur, on interpose les résistances du rhéostat, qui, de fortes au départ, vont progressivement s'affaiblir jusqu'à être complètement éliminées quand la vitesse est suffisante pour permettre une intensité supportable par les moteurs. L'élimination, sur ces « vieilles » machines, se fait au moyen d'un jeu complexe de **contacteurs** actionnés lors du passage d'un **cran**.

Quand toutes les résistances ont été éliminées, le fonctionnement est dit « **économique** » car toute l'électricité pompée à la caténaire sert à alimenter le moteur. Sur le rhéostat, une partie est déviée sur des résistances qui chauffent l'air ambiant. Mais, au fur et à mesure que la vitesse s'accroît au « plein champ », l'effort diminue très vite. A cause de la force contre-électromotrice induite par le champ régnant dans le moteur. La seule solution est alors de réduire ce champ, en mettant hors circuit une partie des conducteurs. C'est ce que l'on appelle le

shuntage. Comme le rhéostat, sa mise en œuvre s'exerce progressivement, en passant des **crans de shuntage.**

Une autre manière de continuer son accélération est de modifier le couplage, en passant au « parallèle », où la tension sur chacun des moteurs sera alors égale à 1500 V. Du coup, l'intensité baisse brutalement, et le moteur peut reprendre son accélération. ~~Mais comme on l'a vu, il convient que cette augmentation de tension soit progressive.~~ Et donc, on va à nouveau faire transiter le courant par le rhéostat, dont on éliminera progressivement les résistances jusqu'à arriver au « plein champ » parallèle. Et là, si le besoin s'en fait sentir, on recourra à nouveau au **shuntage** pour aller encore plus vite.

En résumé....

Partant du zéro où le courant est nul, on passe d'abord par un couplage série qui permet d'augmenter progressivement la tension jusqu'à 750 V en recourant à l'élimination progressive des résistances du rhéostat. Quand il n'y en a plus, on peut, ou bien passer des crans de shuntage, qui permettent une augmentation de la vitesse, mais à ½ tension seulement, ou passer au couplage supérieur, de manière aussi progressive que précédemment, par élimination progressive des résistances du rhéostat. Parvenu à 1500 V, l'augmentation de vitesse sera obtenue par accroissement progressif du taux de shuntage.

SEULS LES CRANS ZÉRO, PLEIN CHAMP ET SHUNTÉS SONT DITS « ÉCONOMIQUES ». LES CRANS SUR RHEOSTAT SONT DES CRANS DE TRANSIT, OU L'ON DISSIPÉ LE COURANT EN CHALEUR, AU RISQUE D'ENTRAÎNER DES FUSIONS DE RÉSISTANCES.

Pour maintenir une vitesse, il convient de déterminer le cran « économique » le plus adapté. Parfois, et même souvent, il ne sera pas idéal, car chaque train, et chaque point d'une ligne parcourue sont des cas particuliers. Il faudra alors, par exemple, remonter de temps à autre un cran de shunt, ou en descendre un... voire pratiquer la descente de couplage, c'est-à-dire réalimenter sous 750 V au lieu de 1500 ! C'est la dure vie du conducteur !!

RAPPEL : La combinaison « Ctrl+Q » permet de redescendre très vite à zéro !! (Quand on s'aperçoit un peu trop tard de l'urgence d'un ralentissement ou d'un arrêt, ça peut servir !!)

Dernière précision importante : tout n'est pas possible n'importe quand ! La programmation a pris en compte les manœuvres interdites, comme passer d'un coup à 100 % pour voir ce que ça fait. En l'occurrence, ça ne fera rien du tout, parce que la machine aura disjoncté !

De façon plus fréquente, il pourra arriver que vous soyez tenté de passer un cran un peu trop tôt. Si vous voyez l'aiguille de l'ampèremètre (ou l'accéléromètre) descendre soudainement vers zéro, c'est certainement le cas ! Pas de drame : redescendez d'où vous venez et... soyez patient !!

2°) Spécificités des 40100 et 18

a) Progression automatique dite « Progression rapide » des crans

Il s'agit ici d'un dispositif réellement monté sur les machines réelles, et permettant, précisément, de « sécuriser » les passages de crans en limitant le risque de sur-intensité en cas d'empressement trop marqué du conducteur. Si vous avez lu le descriptif technique, vous comprendrez pourquoi il est **vraiment utile** sur les 40100 !

En vous plaçant sur ce cran, vous monterez tout seul au plein champ, selon une « programmation » automatisée.

Dans la réalité, ce dispositif est connu sous le nom de « Jeumont-Heidmann », et a été très largement monté sur les locos européennes après la Seconde Guerre Mondiale. Il a d'abord été développé pour des automotrices où paradoxalement, il avait pour but d'accélérer les passages de crans sur des engins à démarrage très rapide, pouvant pâtir d'un conducteur un peu pataud ou mal réveillé passant les crans trop tard ! Sur les 40100, c'est plutôt, hélas, un « retardateur » !

Aujourd'hui, un téléphone portable jetable saurait commander les mouvements d'un JH.. Mais, en son temps, cette petite merveille d'électromécanique était une vraie mécanique de précision, commandant la transition automatique via un jeu de pistons pneumatiques et d'arbres à cames. La chute d'intensité en deçà d'une certaine valeur débloquent un contacteur, qui par son déplacement, provoquait l'élimination de la résistance en prise et provoquait le saut au cran supérieur.

Le JH s'exerce tout autant sur les crans série que sur les crans parallèle.

Il préserve, sur les 40100, la possibilité de monter les crans à la main, par pressions successives sur la touche « D », aux risques et périls du conducteur trop nerveux !

b) Crans de shuntage

Ils sont au nombre de 4, pour les deux couplages « série » (à 50 %), et parallèle (à 100 %). Comme ils génèrent une augmentation conséquente d'intensité, ils ne doivent être passés qu'à une certaine vitesse, d'autant plus importante que le shuntage est poussé. Là, pas de JH !

A noter qu'en accélération, l'usage voulait que l'on « saute » les crans de shuntage « série » pour changer immédiatement de couplage en passant aux crans parallèle. **Les shuntages « série » sont là pour permettre un maintien d'allure, mais n'aident pas à une bonne montée en vitesse.**

Une singularité des 40100 est que le dernier cran de shuntage en parallèle est à peu près inutile, puisqu'il ne peut être passé qu'à presque 160 km/h...

c) Différentiel entre comportement sous courant alternatif et courant continu

Le courant alternatif redressé est dit « pseudo-continu » car il n'est pas rigoureusement constant : il ondule légèrement (d'où son nom, souvent, de courant ondulé). Une des conséquences est qu'il génère, sous cette forme, un peu moins de force contre-électromotrice qu'un courant strictement continu. Les courbes d'effort ont donc des allures différentes selon le type de courant utilisé, bien que les puissances maximales développées restent les mêmes.

Pour représenter ces différences, et permettre une vraie illustration du fonctionnement bicourant, chaque locomotive doit être attelée à un **TRKM, petite locomotive invisible qui prend sur elle les différences entre les deux modes de fonctionnement.**

Comme il faut bien qu'une locomotive ait une masse, le TRKM en a une, qui est déduite de celle de la loco. C'est pour cela que nos 40100 sont légères, sans leur TRKM !

Voici la liste des couplages motrice + TRKM à utiliser :

CC 40101 à 3_PV avec TRKM

CC 40101 à 3_GV avec TRKM_GV

CC 40104 avec TRKM_PVB160

CC 40105 à 10 et HLE 18 avec TRKM_PV180.

TRES IMPORTANT : LE FICHIER REGLANT LA LOCOMOTIVE CORRESPOND AUX PERFORMANCES SOUS 25 kV. LE TRKM REPRESENTE LA « DIFFERENCE » AVEC LE FONCTIONNEMENT SOUS COURANT CONTINU.

DONC :

POUR UNE CIRCULATION SOUS 25 kV, LE TRKM DOIT ETRE DEBRAYE. POUR CECI, FAIRE « Ctrl+Y » AVANT D'ENTAMER LA PROCEDURE DE DEMARRAGE (LE TRKM EST MIS EN MARCHÉ D'OFFICE PAR LE JEU)

POUR UNE CIRCULATION SOUS 1500 OU 3000 V CONTINUS, PAS D'OPERATION PREALABLE AU DEMARRAGE.

Le TRKM fonctionnant automatiquement en synchronisation complète avec la locomotive, aucune autre opération particulière n'est à effectuer. On peut simuler un changement de courant :

- En rallumant (« Ctrl+Y ») le TRKM arrêté pour passer d'une section 25 kV à une section « continue »
- En éteignant, par la même commande, un TRKM en fonctionnement pour passer d'une section continue à une section 25 kV.

Une aide importante vous est fournie par l'installation d'un accéléromètre digital situé sous l'affichage digital de la vitesse, dans l'angle gauche de la cabine. En phase d'accélération, le « digit » doit rester vert, et afficher la valeur la plus élevée possible. Un passage au rouge indique – en palier – un passage trop rapide de cran !

Pour mieux vous aider encore, voici les vitesses rendant possibles le saut d'un cran au cran suivant :

25 kV et 15 kV Alternatifs

Nature du cran	« Throttle »	Vitesse d'entrée minimale en alternatif (km/h)			
	%	40101-3 PV	40101-3 GV	40104	40105-10 Et HLE 18
Neutre	0	-	-	-	-
Manœuvre 1	1	0	0	0	0
Manœuvre 2	2	0	0	0	0
Manœuvre 3	4	0	0	0	0
PR1	48	0	0	0	0
Plein champ série	50 (1° cran)	62	87	71	73
Shunt 1 série	50 (2° cran)	65	91	74	80
Shunt 2 série	50 (3°cran)	72	99	81	87
Shunt 3 série	50 (4° cran)	81	110	87	93
Shunt 4 série	50 (5°cran)	86	120	96	101
PR2	98	65	91	72	78
Plein champ	100	110	155	110	120

parallèle	(1° cran)				
Shunt 1 //	100 (2° cran)	116	162	120	128
Shunt 2 //	100 (3° cran)	130	182	134	144
Shunt 3 //	100 (4° cran)	148	207	143	153
Shunt 4 //	100 (5° cran)	152	212	157	168

1500 et 3000 V continus

	« Throttle »	Vitesse d'entrée minimale en continu (km/h)			
	%	40101-3 PV	40101-3 GV	40104	40105-10 Et HLE 18
Neutre	0	-	-	-	-
Manœuvre 1	1	0	0	0	0
Manœuvre 2	2	0	0	0	0
Manœuvre 3	4	0	0	0	0
PR1	48	0	0	0	0
Plein champ série	50 (1° cran)	51	72	51	54
Shunt 1 série	50 (2° cran)	58	81	58	62
Shunt 2 série	50 (3°cran)	67	94	67	72
Shunt 3 série	50 (4° cran)	71	99	71	76
Shunt 4 série	50 (5°cran)	80	111	80	85
PR2	98	54	76	53	56
Plein champ parallèle	100 (1° cran)	110	154	112	120
Shunt 1 //	100 (2° cran)	128	179	130	139
Shunt 2 //	100 (3° cran)	146	204	148	158
Shunt 3 //	100 (4° cran)	155	217	155	166
Shunt 4 //	100 (5° cran)	> 160	227	> 160	174

Vous avez désormais tous les éléments en main pour vous initier à la conduite des CC-40100 et HLE 18 belges !

Vous allez voir à quel point l'exercice est passionnant, mais aussi éprouvant : les 40100 n'étaient pas, loin s'en faut, des locomotives à la conduite facile !

Bonne route, et surtout, prenez beaucoup de plaisir !

Jean-Paul

Précision importante: Ces machines ont été réalisées sur la base de celles de Edouard Staniczek, que nous remercions pour son aimable autorisation de diffusion.

Aldobert.